AFONSO HOLANDA DE FREITAS FREIRE
MARILDO G. PEREIRA | DIELSON P. HOHENFELD

ROTEIRO EXPERIMENTAL PARA ATIVIDADES OBSERVACIONAIS EM ASTRONOMIA

Ano 2024

AFONSO HOLANDA DE FREITAS FREIRE
MARILDO G. PEREIRA | DIELSON P. HOHENFELD

ROTEIRO EXPERIMENTAL PARA ATIVIDADES OBSERVACIONAIS EM ASTRONOMIA

Ano 2024

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS

Roteiro experimental para atividades observacionais em astronomia

Diagramação: Nataly Evilin Gayde
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Autores: Afonso Holanda de Freitas Freire
Marildo G. Pereira
Dielson P. Hohenfeld

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F866 Freire, Afonso Holanda de Freitas
Roteiro experimental para atividades observacionais em astronomia / Afonso Holanda de Freitas Freire, Marildo G. Pereira, Dielson P. Hohenfeld. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-2764-3
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.643241907

1. Astronomia observacional. 2. Sol. 3. Marte (Planeta). I. Freire, Afonso Holanda de Freitas. II. Pereira, Marildo G. III. Hohenfeld, Dielson P. IV. Título.

CDD 523

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

EPÍGRAFE

Dedicamos este livro *in memoriam* a

Dielson Pereira Hohenfeld

APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a), este roteiro de atividades constitui o Produto Educacional resultante da dissertação de mestrado intitulada “AS OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS DE GALILEU GALILEI E SUA INSERÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA”, desenvolvida no Programa de Mestrado em Ensino de Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana – MPASTRO (UEFS).

Durante o período de pesquisa investiguei o grau de inserção do trabalho astronômico desenvolvido por Galileu no Ensino, além de realizar outras atividades, como, por exemplo, o registro em imagens, por meio de telescópio, da Lua, de Saturno, de Júpiter e seus satélites, entre outros astros, como etapa de revisitação das observações astronômicas do cientista italiano.

No entanto, a experiência nos mostra que tópicos relacionados com a Histórica da Ciência são negligenciados durante o Ensino, sendo isto ratificado em artigos científicos como o de Hidalgo et. al. (2018) e Beltran, Rodrigues e Ortiz (2011) que sinalizam para a problemática da inserção deste tópico no Ensino de Ciências. Dentre os diversos tópicos de História da Ciência que podem ser estudados, o desenvolvimento da luneta telescópica, e as descobertas decorrentes de uso por Galileu Galilei, representam grande valor para o desenvolvimento da Ciência.

Motivado pela verificação, durante o desenvolvimento da pesquisa, da baixa presença do trabalho astronômico de Galileu nos livros didáticos, projetos pedagógicos nos cursos de Licenciatura em Física, artigos científicos da área e, no discurso de futuros professores, e ciente da relevância de suas descobertas, assim como do uso da luneta telescópica para a Astronomia, desenvolvemos este roteiro de atividades experimentais e observacionais, tendo como suporte os documentos oficiais, como a BNCC, que sugerem a inserção dos conteúdos de Astronomia desde o Ensino Fundamental, e pesquisas na área da educação em astronomia que revelam a importância das observações do céu e de atividades práticas para o ensino de ciências.

Neste roteiro você encontrará a proposta de 5 atividades observacionais e/ou experimentais, simples e de baixo custo. Todas elas possuem a temática observacional e progridem de observações realizada a olho nu e com o auxílio do software *Stellarium*[1], a observações realizadas com o auxílio de instrumento. Os capítulos estão dispostos na seguinte ordem:

---

1. Esta pesquisa fez pesquisa fez uso do planetário *Stellarium*. Ele é disponibilizado gratuitamente para download no endereço eletrônico: < https://stellarium.org/pt/.>.

- Capítulo 1 – Movimento Diurno do Sol;
- Capítulo 2 – Reconhecimento do Céu;
- Capítulo 3 – Trajetória de Marte;
- Capítulo 4 – Utilizando o Quadrante;
- Capítulo 5 – Luneta Telescópica.

No Capítulo 1 para realizar o estudo do movimento do Sol, propomos a construção de um gnômon e de um relógio de Sol de Difração; no Capítulo 2, é proposto uma atividade de reconhecimento do céu, realizada a olho nu e com o auxílio do software de simulação *Stellarium;* no Capítulo 3, com o auxílio do mesmo software, analisamos movimento retrógrado de Marte enquanto observado da Terra; no Capítulo 4 é proposta a construção de uma ferramenta astronômica, o quadrante; no Capítulo 4; por fim, no Capítulo 5 propomos a construção de uma luneta telescópica, com a qual o estudante será capaz de repetir as observações astronômicas realizadas por Galileu Galilei.

Por fim, este roteiro de atividades, no formato em que está colocado, ajudará o estudante a compreender a dinâmica observacional e os conceitos envolvidos, e representa uma estratégia pedagógica para a introdução da observação astronômica durante o Ensino, conforme proposto pela BNCC, bem como a contextualização sobre o desenvolvimento da Astronomia a partir do desenvolvimento de suas ferramentas ao longo dos séculos.

Diante deste cenário de pós-verdade no qual vivemos, é indispensável que o conhecimento científico seja promovido e que lacunas sejam sanadas de modo a promover o real entendimento da realidade física. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo promover o estudo observacional, a partir das 5 atividades propostas, e a partir dos conhecimentos gerados contribuir para a reversão deste cenário sombrio.

A gradação das atividades (vide Quadro 01) na ordem disposta possuí o objetivo de introduzir os conceitos básicos necessários à observação astronômica. Em cada ação novos tópicos são tratados e novos conhecimentos são adquiridos pelos estudantes, o que os ajudarão a compreender a dinâmica observacional e os conceitos envolvidos que estão estritamente relacionados com os assuntos discutidos em sala de aula.

Essa ausência, aliada a uma série de outros problemas educacionais, acarretam um cenário favorável ao surgimento de teorias e conceitos errôneos sobre a natureza, como é o caso, por exemplo, da teoria da Terra plana, que exemplifica o momento atual de proliferação de teorias pseudocientíficas.

Figura 01 – Saturno

Fonte: Produzido pelo autor

Esperamos que este roteiro de atividades simples e de baixo custo, sirva para contextualizar as descobertas astronômicas de Galileu Galilei, bem como as consequências que estas tiveram para a disputa entre os modelos Geocêntrico e Heliocêntrico de explicação do Universo. Esta temática poderá ser abordada pelo professor de Física do ensino médio assim como nos cursos superiores de Licenciatura em Física, visto que estas discussões estão presentes em ambas as categorias de ensino. Estas atividades são a síntese de uma série de etapas da dissertação, incluindo etapas de registro de imagens por meio de telescópio (Fig. 01), que culminaram neste produto educacional.

É comum a Astronomia ser reconhecida como a mãe de todas as Ciências, já que foi uma dasprimeiras áreas do conhecimento a ser desenvolvida. Desde cedo a humanidade olhava para os céus e tentava entender os fenômenos que lá ocorrem, procurando explicações para o movimento dos astrose, esclarecimentos sobre a origem dos mais variados eventos celestes.

Os registros astronômicos mais antigos são de povos como os chineses, babilônios, assírios eegípcios, e datam de 3.000 a.C. (Oliveira Filho e Saraiva, 2004, p. 01). Até o surgimento do telescópiono início século XVII, o desenvolvimento desta ciência se deu pela observação, registro e acompanhamento dos astros. Mesmo com o auxílio de instrumentos como o sextante, o astrolábio, oquadrante, o Gnômon, entre outros, o estudo dos astros era limitado pelas condições fisiológicas de percepção do olho humano. Tycho Brahe (1546 – 1601), um dos maiores astrônomos de sua época, realizando seus estudos no observatório de Uraniburgo, na Suécia, com os instrumentos mais avançados de sua época, como o quadrante mural (Fig. 02), responsáveis pelos dados mais sofisticados até então produzidos sobre o movimento dos corpos, os quais seriam utilizados por Johannes Kepler (1571 – 1630) para desenvolver suas três leis, estava limitado pela que o olho humano pode enxergar.

Figura 02 – Quadrante Mural

Fonte: Soares[1] (2019)

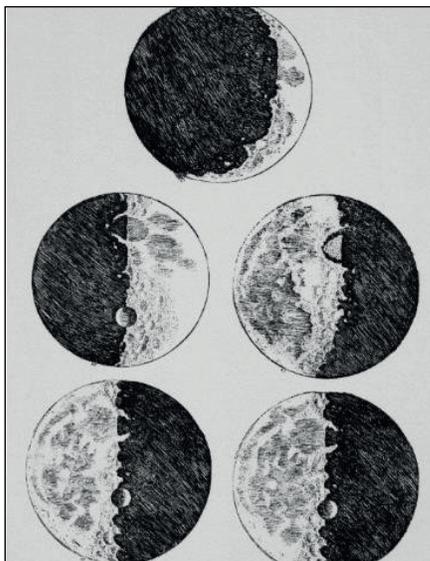
1. Disponível em: < http://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/astro/tycho-mural-e.htm >.

Somente a partir do surgimento da luneta na Europa, e da sua adaptação e utilização na Astronomia no início do século XVII, por Galileu Galilei (1564 – 1642), é que esta limitação natural começaria a ser transposta, e um Universo completamente novo passaria a ser revelado.

A partir de 1609, quando Galileu começou a apontar a sua pequena luneta telescópica em direção ao céu, ele faria uma série de importantes achados, entre elas destaca-se a descoberta dos satélites de Júpiter, de toda uma miríade de novas estrelas e, a observação de vales e montanhas na superfície da Lua.

Estas suas primeiras observações foram rapidamente divulgadas em março de 1610 a partir da publicação do seu pequeno livro intitulado, *Sidereus Nuncius*, que em português seria "Mensageiro das Estrelas". A importância deste trabalho no desenvolvimento da Ciência é singular, Casanovas (1997), por exemplo, comenta que o impacto do Sidereus Nuncius sobre astrônomos, filósofos e sobre as pessoas comuns foi comparável ao primeiro pouso na superfície da Lua

As suas descobertas como, por exemplo, no caso das imperfeições na superfície da Lua (vide Fig. 03), serviriam de contraponto ao paradigma aristotélico de que o Universo era incorruptível e imutável. Além disso, as suas observações trariam elementos novos na disputa entre os Modelos Geocêntrico e Heliocêntrico, e colocaria em xeque o geocentrismo que permanecia dominante desde Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.).

Figura 03 – Superfície da Lua

Fonte: Galilei (1610)

Após as descobertas de Galileu por meio de sua luneta telescópica, a Astronomia se desenvolveu em torno do aprimoramento e melhoramento desta nova tecnologia. E com isto novas descobertas continuaram a serem realizadas.

De modo a auxiliar a inserção das observações astronômicas de Galileu Galilei na sala de aula, foi elaborada uma proposta de atividades simples e de baixo custo, composta de 5 atividades propostas as quais podem ser facilmente reproduzidas. Todas as atividades possuem a temática observacional e elas progridem de observações realizadas a olho nu à observações realizadas com o auxílio de instrumentos, como é o caso do quadrante e da luneta telescópica.

A gradação das atividades (vide Quadro 01) na ordem disposta possuí o objetivo de introduzir os conceitos básicos necessários à observação astronômica. Em cada ação novos tópicos são tratados e novos conhecimentos são adquiridos pelos estudantes, o que os ajudarão a compreender a dinâmica observacional e os conceitos envolvidos que estão estritamente relacionados com os assuntos discutidos em sala de aula.

Quadro 01 – Atividades Propostas

1. Movimento Diurno do Sol;
2. Reconhecimento do Céu;
3. Análise da Trajetória de Marte (*Stellarium*);
4. Medição dos Astros Utilizando um Quadrante;
5. Construção de uma Luneta Telescópica.

As atividades propostas possuem materiais e metodologias próprias, as quais são apresentadasem separado na ordem disposta no Quadro 01.

Além disso, de modo suplementar ao roteiro de atividades experimentais e observacionais, no Quadro 02 são indicados endereços eletrônicos de instituições que realizam atividades de divulgação científica no âmbito da Astronomia, seja por meio de cursos online ou presenciais, ou atividades em planetários e observações astronômicos por meio de lunetas e telescópios.

Quadro 02 – Endereço Eletrônico de Instituições que realizam Divulgação Científica em Astronomia.

Instituição	Endereço Eletrônico
Associação Brasileira de Planetários	https://planetarios.org.br/
CREF (Centro de Referência para o Ensino de Física)	https://cref.if.ufrgs.br/
Espaço Ciência	http://www.espacociencia.pe.gov.br/
GEAstro (Grupe de estudos, pesquisa, extensão e inovação emAstronomia)	https://www.pb.utfpr.edu.br/geastro/
INPE (Instituto Nacional dePesquisas Espaciais)	https://www.gov.br/inpe/pt-br
INPE (Curso Introdução àAstronomia e Astrofísica)	http://www.inpe.br/ciaa2018/arquivos/pdfs/apostila_completa_2018.pdf
Livro online Astronomia e Astrofísica (Oliveira Filho e Saraiva)	http://astro.if.ufrgs.br/index.htm#gsc.tab=0
MAST (Museu de Astronomia eCiências Afins)	http://www.mast.br/museu/
Museu Náutico da Bahia	https://www.museunauticodabahia.org.br/
Observatório Antares	http://www.antares.uefs.br/
Observatório Nacional	https://www.gov.br/observatorio/pt-br
OBA (Olimpíada Brasileira deAstronomia e Astronáutica)	http://www.oba.org.br/site/
Planetário Rio	http://planeta.rio/
Project Clea	http://public.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAbase.html
Sociedade Brasileira de Astronomia	https://sab-astro.org.br/
Telescópios na Escola	http://telescopiosnaescola.pro.br/
UFSC (Astrofísica para Todos)	https://astrofisica.ufsc.br/
USP (Curso Astronomia uma visãoGeral I e II)	https://www.youtube.com/playlist?list=PLxI8Can9yAHd7kUPviBHxr-49QEI7PRXR https://www.youtube.com/playlist?list=PLxI8Can9yAHfJ2sGxMii8mJ6maoCj9AtU

SUMÁRIO

MOVIMENTO DIURNO DO SOL

Para que o estudante seja capaz de identificar e localizar a posição de algum objeto celeste, como uma estrela ou planeta, e acompanhar o seu movimento ao longo do tempo, é necessário, assim como é feito na Física para o estudo do movimento dos corpos, a determinação de um referencial e um sistema de coordenadas. O conceito de esfera celeste, e o sistema de referência que o toma como base, são bastante úteis para a localização e observação dos astros e serão introduzidos de forma gradativa ao longo das atividades propostas.

Nesta atividade inicial tomaremos como base o estudo do movimento do Sol para identificar e localizar os primeiros elementos de referência necessários à observação dos astros. Isto se dará a partir da construção do Gnômon e do Relógio de Sol, os quais possibilitarão ao estudante, a partir do estudo do movimento do Sol ao longo do dia, a identificação dos elementos iniciais de referência para o estudo da posição dos astros.

CONTEÚDO

Esfera Celeste.

PÚBLICO-ALVO

Estudantes dos cursos de Licenciatura em Física e professores de prática de ensino delicenciaturas.

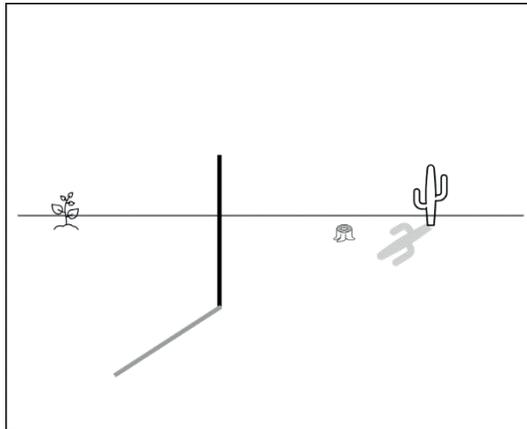
OBJETIVO

A construção do gnômon tem por finalidade a determinação da direção Norte - Sul (linha meridiana do local), e da direção Leste - Oeste. Enquanto, a construção do relógio de sol tem o objetivo de determinar a hora local.

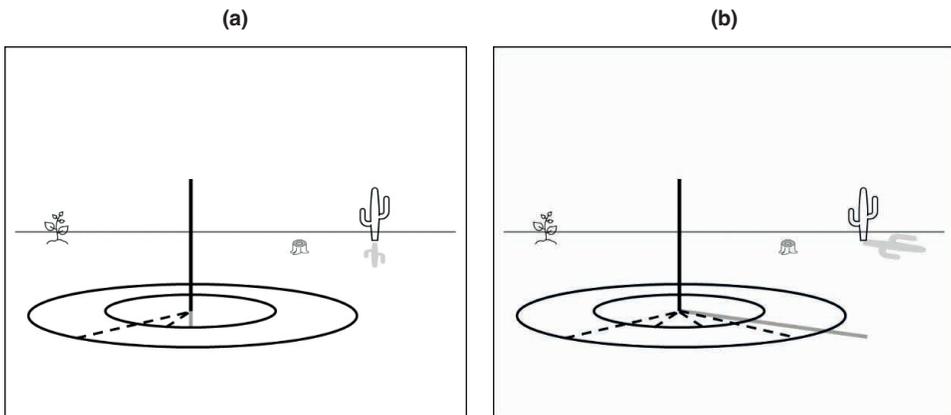
CONTEXTO FÍSICO

Gnômon

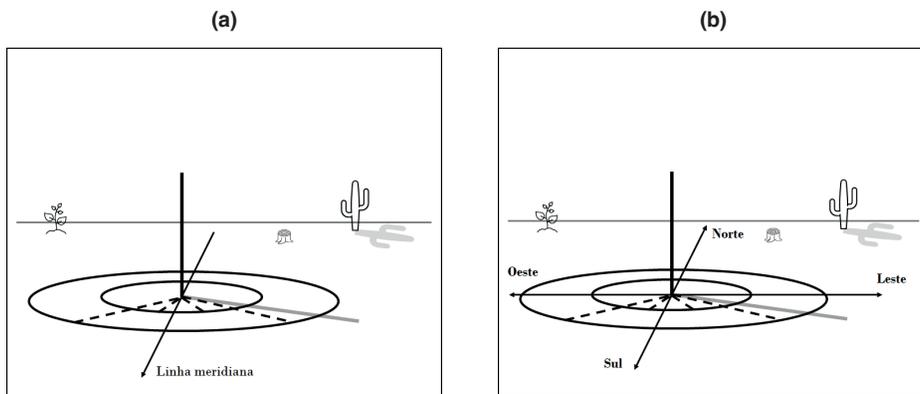
O Gnômon se trata de um dispositivo que os povos antigos utilizavam para marcar a passagemdo tempo durante o dia, ele consiste em uma haste vertical espetada em uma superfície lisa, e quandoiluminada pela luz do Sol projeta uma sombra no chão, vide Fig. 1.1.

Figura 1.1 – Sombra projetada pelo Gnômon.

Fonte: Adaptado de Caniato (2011, p. 16).

Como mostra Caniato (2011, p. 16 - 17), se marcarmos alguns pontos nos extremos da sombra da haste durante a manhã e, em seguida, traçarmos no chão uma circunferência com centro no gnômon e com raio nos pontos marcados teremos a disposição representada na Fig. 1.2 (a), enquanto no período da tarde, o extremo da sombra da haste atingirá novamente cada uma das circunferências traçadas, como indicado na Fig. 1.2 (b).

Figura 1.2 – (a) Marcações da sombra do Gnômon no período da manhã e **(b)** marcações no período da tarde.

Fonte: Adaptado de Caniato (2011, p. 17).

Como afirma Caniato (2011, p. 17 -18), estes pontos extremos da sombra nos dão pares de raios para cada circunferência, conforme representado na Fig. 1.2 (b), e a partir deles podemos determinar a bissetriz entre o ângulo de cada par de raio para cada circunferência, sendo que esta retarecebe o nome de **linha meridiana**, vide Fig. 1.3 (a), e nos indica a direção Norte-Sul geográfica dolocal, vide Fig. 1.3 (b).

Figura 1.3 – (a) Determinação da linha meridiana local e **(b)** marcação dos pontos cardeais.

Fonte: Adaptado de Caniato (2011, p. 18 - 19).

Determinada a linha meridiana e, por consequência, a direção Norte – Sul, é possível obter facilmente a direção Leste – Oeste a qual é perpendicular à linha meridiana (direção Norte – Sul). Estas direções obtidas a partir deste sistema de sombras nos indicam os pontos cardeais do local, os quais são fundamentais para a localização do observador no espaço.

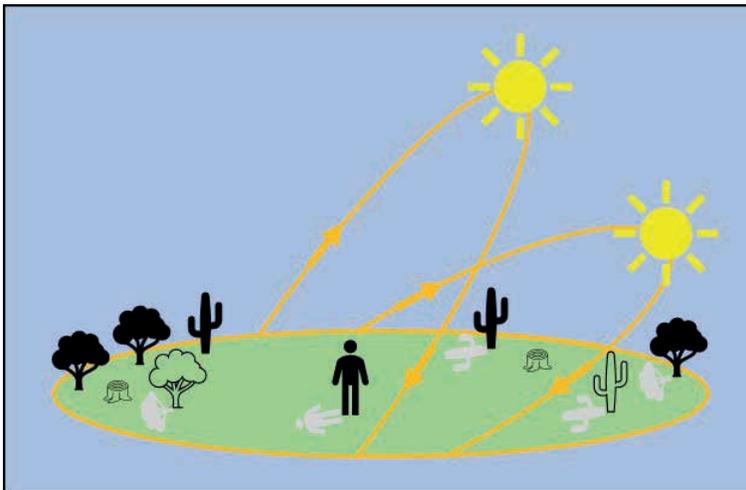
Relógio de Sol

O Relógio de Sol é um instrumento utilizado para marcar a passagem do tempo utilizando a sombra projetada de um objeto iluminado pelo Sol. Existem diversos modelos de Relógio de Sol, tais como Relógios Horizontais, Relógios Verticais, Relógios Equatoriais, Relógios Polares, entre outros. Os Relógios de Sol mais utilizados são constituídos de uma haste (gnômon) fincada em uma superfície plana (mostrador das horas), sendo o tipo mais conhecido o Relógio de Sol horizontal, encontrado como objeto de ornamentação em jardins. Este tipo de relógio possuí o mostrador disposto paralelamente ao plano do horizonte, enquanto a sua haste (gnômon) aponta na direção da linha meridiana, e apresenta um ângulo determinado em relação ao mostrador das horas, como representado na Fig. 1.4.

Figura 1.4 – Relógio de Sol Horizontal.

Fonte: Kfleen/Fotolia (2021)[1].

Como se pode imaginar o Gnômon também pode ser utilizado para marcar a passagem das horas ao longo do dia, entretanto a diferença fundamental entre o uso do Gnômon e do Relógio de Sol para marcação do tempo se relaciona com a precisão. Ao realizar registros sistemáticos com o Gnômon posicionado verticalmente em relação ao solo o que se verifica, além da variação do comprimento da sombra, é a variação da sua direção ao longo do ano, o mesmo, entretanto, não ocorre quanto a haste do Gnômon é colocada paralelamente ao eixo da Terra, como no Relógio de Sol, a razão desta diferença advém do fato do eixo de rotação da Terra ser inclinado em relação ao plano desua órbita, o que acarreta variações na altura do Sol conforme a época do ano.

Figura 1.5 – Variação da Altura do Sol ao Longo do Ano.

Fonte: Adaptado de Oliveira Filho e Saraiva (2017, p. 21).

1. Disponível em: <https://escola.britannica.com.br/artigo/rel%C3%B3gio-de-sol/482602>.

A Fig. 1.5 ilustra a variação da altura do Sol, para uma mesma localidade, durante dois períodos distintos do ano, resultado da inclinação do eixo de rotação da Terra.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Gnômon

Quadro 1.1 – Materiais para Construção do Gnômon.

Quantidade	Item
01	Base de Isopor com espessura de 2,5 cm e 30 cm x 30 cm de área
01	Haste vertical de comprimento menor que 30 cm (espeto de churrasco)
02	Folha de papel (30 cm x 30 cm)
01	Esquadro
01	Cola
01	Lápis ou Caneta
01	Barbante
01	Fita adesiva ou percevejos

Fonte: Produzido pelo autor.

Relógio de Sol

Quadro 1.2 – Materiais para Construção do Relógio de Sol.

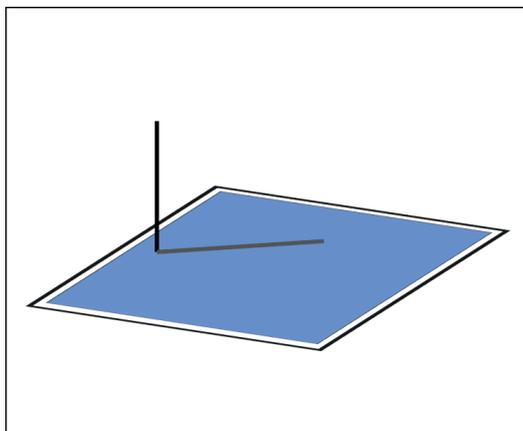
Quantidade	Item
01	CD ou DVD
01	Haste fina e comprida (espeto de churrasco)
01	Régua
01	Transferidor
01	Cola
01	Caneta de escrita fina (lápis hidrocor)
02	Tampa de garrafa plástica
01	Tesoura com ponta fina / Objeto pontiagudo

Fonte: Produzido pelo autor.

METODOLOGIA

Gnômon

De posse dos materiais elencados no Quadro 1.1 o estudante será capaz de construir seu próprio gnômon, e a partir deste determinar a linha meridiana do local (direção norte-sul). Nosso modelo consiste basicamente em uma haste fina, fixada em uma determinada superfície sobre a qual será projetada sua sombra, vide Fig. 1.6

Figura 1.6 – Esquema de Montagem do Gnômon.

Fonte: Produzido pelo autor.

Para construção do Gnômon o estudante deverá seguir os seguintes passos:

1. Escolha um local onde a luz solar incida sobre a superfície do isopor livremente da interferência de sombras de prédios, casas, árvores, entre outros.

2. Realize um furo perpendicular à superfície do isopor, próximo da borda de um de seus lados e na metade do comprimento deste lado.

3. Cole uma folha de papel na superfície do isopor.

4. Encaixe a haste no furo do isopor, e garanta que a ela esteja perpendicular à superfície, para isto utilize o esquadro para certificar o ângulo de 90º.

5. Disponha a superfície do isopor na horizontal e marque na folha a posição da extremidade da sombra num dado momento, no mínimo 1h antes do meio-dia.

6. Utilizando o barbante amarre-o com cuidado ao gnômon e trace sobre o papel uma circunferência que tem como centro a haste do gnômon e raio a extremidade da sombra marcada no papel, vide passo 5.

7. Espere a extremidade da sobra do gnômon atingir a circunferência desenhada, e marque o ponto onde isso ocorre.

8. Trace segmentos de reta que liguem o centro da circunferência aos pontos referentes as extremidades das sombras do gnômon.

9. Em seguida trace a bissetriz do ângulo formado entre os segmentos de reta.

Com a marcação da bissetriz na folha tem-se a linha da meridiana local, e, portanto, a direção norte- sul, essencial para a localização espacial. Por esta razão marque no piso em que esta atividade foi realizada a direção norte-sul indicada pela bissetriz, e se possível marque também a direção leste- oeste, que servirá para orientação geográfica do observador.

Relógio de Sol de Difração

O Relógio de Sol aqui construído apresenta uma montagem do tipo equatorial, e utilizará dos materiais presentes no Quadro 1.2. Para a correta utilização do Relógio de Sol de Difração, além dos materiais básicos à sua construção, se faz necessário a determinação da linha meridiana (direção norte-sul) para a correta montagem do Relógio de Sol, a qual é realizada a partir do uso do Gnômon, conforme a atividade experimental apresentada anteriormente.

Para construção do Relógio de Sol de Difração o estudante deverá seguir os seguintes passos:

1. Na superfície refletora do CD/DVD, utilizando de uma caneta de escrita fina (lápis hidrocor) e um transferidor, marque em sua borda os pontos correspondentes a 0 e 180º, em seguida faça marcações para as horas espaçadas de 15º.

2. Utilizando de um objeto pontiagudo/cortante faça um furo do centro das duas tampinhas de garrafa plástica, de modo que a haste fina (espeto de churrasco) possa atravessá-los e se ajustar livremente, sem, no entanto, ficar folgada.

3. Disponha o CD/DVD entre as duas tampinhas e faça coincidir o furo no centro do CD/DVD com o furo das tampinhas, de forma que a parte interna das tampinhas fiquem voltadas para à superfície do CD/DVD. Em seguida, passe a haste fina através dos furos.

4. Ajuste o conjunto de modo que as tampinhas e a haste fina fiquem alinhadas e presas o mais centralizado possível ao CD/DVD, em seguida cole as tampinhas à superfície do CD/DVD, tomando o cuidado para que a haste fina permaneça livre para ser ajustada.

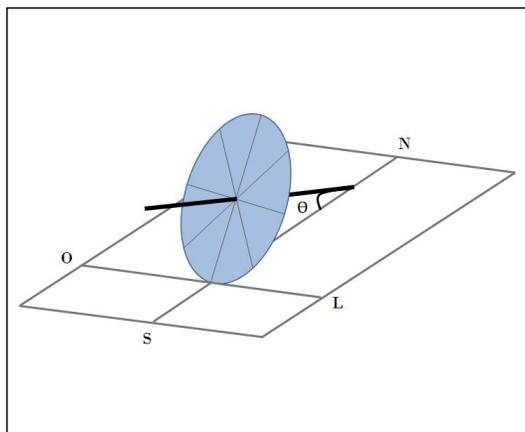
Após a execução do passo a passo apresentado a montagem do Relógio de Sol de Difração deve se assemelhar ao representado na Fig. 1.7.

Figura 1.7 – Relógio de Sol de Difração.

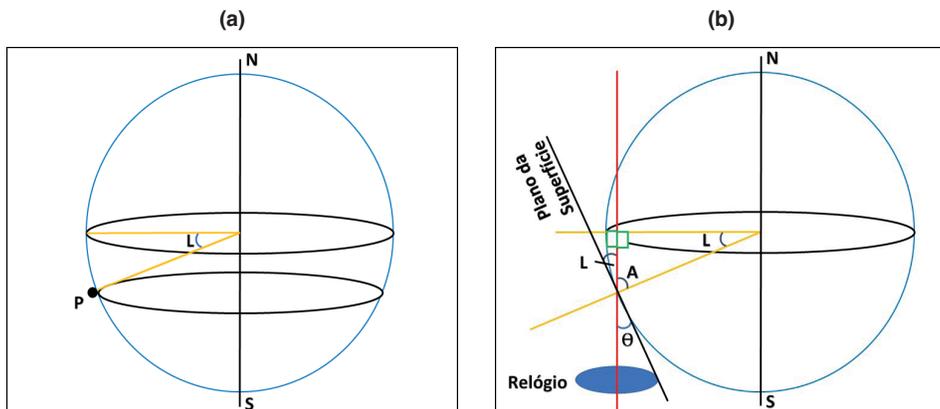
Fonte: Produzido pelo autor.

A superfície refletora do CD/DVD deve ser disposta como apresentado na Fig. 1.7.

Para a correta disposição e uso do Relógio de Sol de Difração, utilize o transferidor para ajustar o ângulo entre a haste fina e o solo (Gnômon do nosso Relógio de Sol), de modo que este corresponda ao valor da latitude local do observador. Em seguida, alinhe a haste fina com a linha meridiana, de modo que a superfície refletora aponte para a direção Sul, conforme indicado na Fig. 1.8.

Figura 1.8 – Esquema de Montagem do Relógio de Sol de Difração.

Fonte: Produzido pelo autor.

No caso de haver dúvidas quanto a determinação do ângulo entre a haste fina e a superfície, a Fig. 1.9 apresenta um esquema exemplificativo de como o valor do ângulo da latitude (L) corresponde ao mesmo valor do ângulo entre a haste e a superfície (θ).

Figura 1.9 – (a) Representação do Ponto da Superfície Terrestre onde o Relógio de Sol está disposto **(b)** Esquema Representativo da Determinação do Ângulo entre a Haste e a Superfície.

Fonte: Produzido pelo autor.

Como se pode ver na Fig. 1.9 (a) o ponto P, o qual corresponde a posição do observador, possuí um determinado valor de latitude (L), enquanto na Fig. 1.9 (b) está representado a posição o Relógio de Sol de Difração em relação ao globo terrestre para o mesmo ponto P, no qual, a partir da introdução do plano da superfície neste ponto, e do eixo do Relógio é possível correlacionar o ângulo da latitude (L), com o ângulo entre a haste e a superfície (w). Tal dedução pode ser colocado aos estudantes como atividade extra dentro do experimento.

Após o alinhamento do eixo do Relógio de Sol de Difração com a linha meridiana, disponha o relógio de modo que as marcações das horas na superfície do CD/DVD estejam niveladas na posição correta. Em seguida, realize a leitura das horas a partir do raio de difração na superfície do CD/DVD para diferentes horários e compare com o horário de um relógio comum.

RECONHECIMENTO DO CÉU

A observação do céu é uma das mais antigas atividades humanas, estando presente desde a Pré- História, a partir dela foram desenvolvidas uma série de conhecimentos e, como mostra Carvalho e Pacca (2015), a observação celeste permitiu a humanidade desenvolver explicações sobre o Universo e a partir delas ressignificar sua própria vida, além de avanços práticos no desenvolvimento da agricultura e, na marcação do tempo.

A importância desta atividade é reconhecida, inclusive, nos documentos oficiais de educação, como no caso da BNCC, que além de indicar na disciplina de Ciências do Ensino Fundamental uma série de atividades astronômicas, especificamente no seu 3º Ano apresenta o tópico "Observação do céu" como um dos objetos de conhecimento a serem desenvolvidos durante aquele ano letivo (BRASIL, 2018, p. 337).

Desta forma, podemos dizer que, além da sua importância pedagógica e científica, a atividade de reconhecimento do céu possuí um caráter de inserção cultural. No entanto, para darmos início a observação dos astros é necessário que o observador seja capaz de identificar os elementos necessários à sua correta localização, o que demanda alguns conhecimentos básicos de localização espacial.

CONTEÚDO

Esfera Celeste.

PÚBLICO-ALVO

Estudantes dos cursos de Licenciatura em Física e professores de prática de ensino delicenciaturas.

OBJETIVO

Aprimorar a capacidade de localização espacial.

CONTEXTO FÍSICO

A atividade de observação do céu evoluí quando a humanidade sente a necessidade de registrar a posição dos astros, inicialmente por meio de pinturas rupestres ou em tabuletas. Para isto é criado um sistema de referências estelar com base no padrão das estrelas fixas, no caso, as constelações. Este sistema de referência permite a localização de outros astros com base no padrão estelar das constelações do céu, as quais mantém suas posições relativas ao longo do tempo.

Como mostra Rappenglueck (1997) uma representação do conjunto estelar das Plêiades pode ser observada na Caverna de Lascaux, na França, acima da pintura de um Touro, a qual representa a própria constelação de touro.

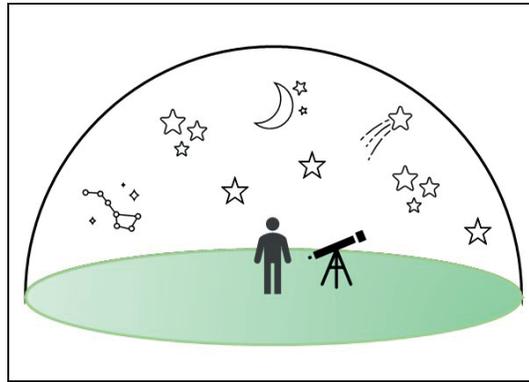
Figura 2.1 – *Salle des Taureaux* (Caverna de Lascaux).

Fonte: Pôle des Étoiles de Nançay[1].

Este sistema de referência baseado nas constelações é útil para a localização dos astros no céu, no entanto, o conceito de esfera celeste que será apresentado, além de abarcar este sistema de referência baseado nas constelações, permite trabalhar com outros sistemas de coordenadas mais sofisticados, os quais possibilitam uma forma melhor de localizar os astros, bem como de realizar estudos sobre o seu movimento no céu ao longo do tempo.

O conceito de Esfera Celeste é algo bastante intuitivo, e foi apresentado pelos antigos gregos, os quais inspirados pela impressão de nos encontrarmos no meio de uma grande esfera incrustada de estrelas, passaram a utilizar a ideia de Esfera Celeste (Oliveira Filho e Saraiva, 2014, p. 09). Nesta esfera aparente, não se tem um raio definido, podendo ser considerado infinito, e os astros se distribuem em um espaço tridimensional, encontrando-se todos na superfície da Esfera Celeste a uma mesma distância do observador, resultado da impressão que se tem devido a imensa distância que separa estes objetos do planeta Terra (Lima Neto, 2021, p. 01). A Fig. 2.2 apresenta uma representação da Esfera Celeste observado por um observador em um dado ponto do globo terrestre.

1. Disponível em: < https://www.poledesetoiles.fr/blog/le-taureau-du-ciel/ >

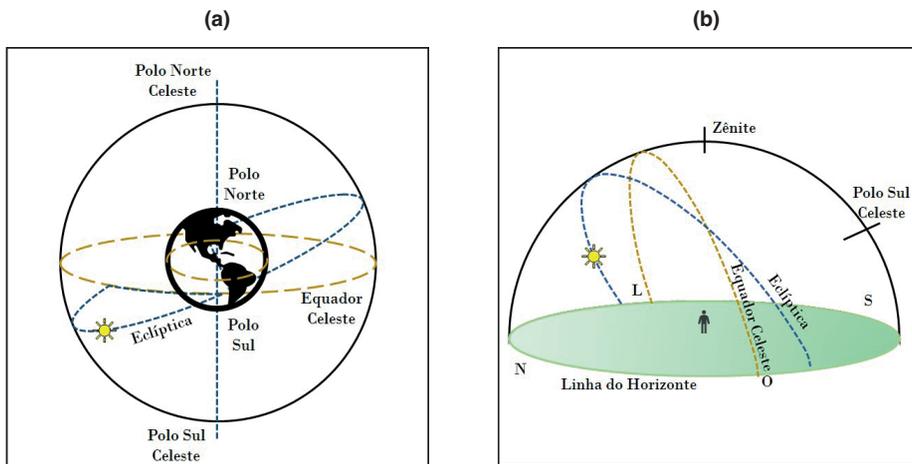
Figura 2.2 – Esfera Celeste.

Fonte: Produzido pelo autor.

A partir deste conceito de Esfera Celeste é introduzido uma série de referências que auxiliam na comunicação de observações entre diferentes observadores.

Deste modo, para auxiliar no reconhecimento do céu são adicionados na Esfera Celeste os **pontos cardeais**, os quais foram determinados na atividade do Capítulo 1, o **zênite** e **nadir**, que são os pontos imaginários resultado da interseção da vertical do lugar com a Esfera Celeste, sendo o zênite localizado acima da cabeça do observador, e o nadir no sentido oposto, a **linha da eclíptica**, linha imaginária que contém a trajetória aparente do Sol, o **equador celeste**, e os **polos celestes**, que são projeções, respectivamente, do equador terrestre e dos polos terrestres Norte e Sul na Esfera Celeste. Na Fig. 2.3 têm-se a representação das referências descritas anteriormente na Esfera Celeste.

Figura 2.3 – (a) Projeção na Esfera Celeste dos Linhas e Pontos de Referência **(b)** Representação da Esfera Celeste para um dado Observador Localizado No Hemisfério Sul.

(a)

(b)

Fonte: Adaptado de Oliveira Filho e Saraiva (2017, p. 9 - 11).

A partir destes conceitos e do reconhecimento de algumas das constelações celestes o estudante será capaz de localizar astros no céu de forma mais rápida e eficiente.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

A atividade de reconhecimento do céu normalmente possuí alguns limitadores como, por exemplo, condições climáticas ideais (livre de nuvens), local com horizonte amplo e com pouca poluição luminosa, além é claro, que as aulas coincidam com o horário noturno.

Por estas razões esta atividade foi pensada em associado com um software de simulação do céu nos moldes de um planetário. Os conceitos introdutórios são apresentados inicialmente a partir de observações realizadas por meio do programa escolhido, que aqui é o *Stellarium*, um software livre de simulação ao estilo planetário, em seguida, é realizado atividade de reconhecimento à olho nu, para isto serão necessários:

1. Computador/Notebook (Laboratório de Informática).
2. Projetor multimídia.
3. Carta Celeste.

METODOLOGIA

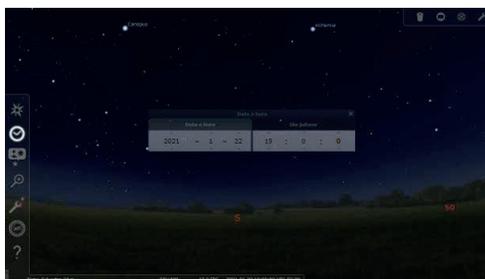
O conceito de Esfera Celeste, o qual foi apresentado de forma introdutória neste capítulo, é utilizado pelo *Stellarium* em suas simulações, além de ser possível de verificar diversas marcações e sistemas de referência úteis à atividade de observação do céu.

Portanto, convide os estudantes para o laboratório de Informática de sua instituição onde eles darão início à atividade de reconhecimento do céu., os quais serão realizadas, neste primeiro momento, com a ajuda do *Stellarium*.

A partir do link localizado na nota de rodapé o estudante será direcionado ao site onde poderá escolher a versão do *Stellarium* para download para o seu computador/notebook, a versão escolhida deve ser compatível com o sistema operacional do computador/notebook utilizado, que poderá ser Windows, Linux ou Mac OS X. Com o software instalado inicie o programa, surgirá a tela inicial com a simulação de um ambiente ao ar livre nos moldes de um planetário, no qual é possível ter uma visão livre de obstáculos da Esfera Celeste.

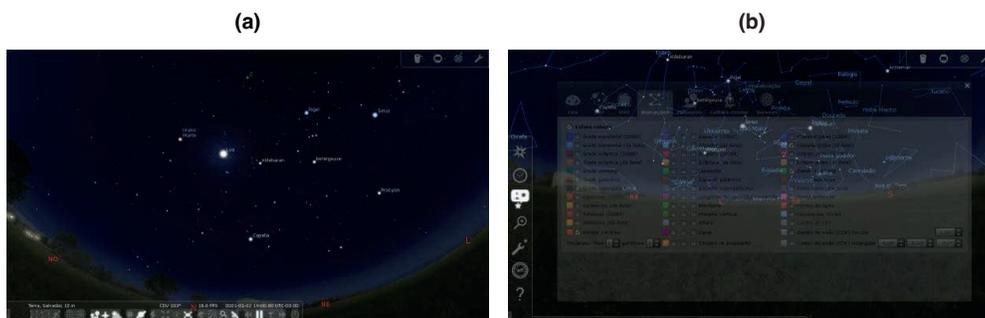
Permita que os estudantes passem alguns instantes se familiarizando com o programa, em seguida inicie a introdução dos conceitos por meio dos seguintes passos:

1. Passe o cursor do mouse na extremidade esquerda da tela, surgirá um caixa de seleção, click no ícone **Janela de localização** ( ) entre as opções que surgirão na barra de ferramentas (vide Fig. 2.4(a)). Selecione a cidade em que você está localizado(a) entre as opções disponíveis na caixa de seleção.
Em seguida, na mesma barra de ferramentas do lado esquerdo da tela, clique no ícone **Janela de data e hora** ( ) e ajuste para a data de hoje, e o horário para as 19h 00min (vide Fig. 2.4(b)).
Obs. Atente para o fato de que na **Janela de data e hora** do *Stellarium* a data está na configuração ano/mês/dia, ao invés de dia/mês/ano. Então, por exemplo, a data de 13/03/1610 aparece no programa como 1610/03/13.

Figura 2.4 – Em (**a)** está destacado o ícone **Janela de localização** e sua caixa de diálogo, enquanto em **(b)** a **Janela de data e hora** e sua caixa de diálogo.

Fonte: Stellarium (Versão 0.20.3)

Em seguida, apresente os conceitos de linha do horizonte, pontos cardeais, zênite, equador celeste, eclíptica presentes na Esfera Celeste a partir das simulações do software, e, além disso, apresente algumas das constelações presentes no céu para este horário, conforme os passos ilustrados a seguir:

2. Identifique a linha do horizonte junto com os estudantes a partir da visualização do software.
3. Passe o cursor do mouse na extremidade de baixo da tela, surgirá uma nova caixa de seleção, click nos ícones **Linhas das constelações** ( ) e **Rótulos das constelações** ( ) (vide Fig. 2.5(a)). Surgirão os asterismos das constelações com seus respectivos nomes.
4. Em seguida, passe o cursor do mouse na extremidade esquerda da tela, click no ícone **Janela de opções do céu e de visualização** ( ), e na caixa de diálogo que surgir click em **Marcações** (vide Fig. 2.5(b)). Marque as opções: **Pontos cardeais**, **Equador (da data)**, **Eclíptica (da data)**, **Celestial poles (of date)** e **Zenith and Nadir**. Relacione cada uma das opções selecionadas com seu respectivo padrão de referência.

Figura 2.5 – Em **(a)** é indicado a posição dos ícones **Linhas das constelações** e **Rótulos das constelações**. E **(b)** mostra o ícone **Janela de opções do céu e de visualização** e caixa de diálogo correspondente.

Fonte: Stellarium (Versão 0.20.3)

Após a identificação destes conceitos de referância na Esfera Celestes utilizando o *Stellarium*, apresente as atividades indicadas no passo a passo a seguir:

5. Peça para os estudantes localizarem a posição de algum planeta e da Lua, e identificarem as constelações que a linha da eclíptica toca.
6. Utilizando a **Janela de data e hora** ( ) varie o tempo de forma crescente minuto a minuto e observe o que ocorre com o plano de fundo estelar. Peça aos estudantes que notem o sentido do movimento em relação aos pontos cardeais e, observem o movimento em relação aos outros parâmetros de referência inseridos na tela no item 4.
7. Repita o procedimento realizado no item 6 fazendo variar o tempo de forma crescente para as horas, depois para os dias.
8. Ao final retorne às configurações do item 1, escolha 3 constelações que estão no céu no dia de hoje, e com a ajuda do sistema de referências aprendido tente localizá-las à olho nu. Para isto procure um local livre de obstáculos visuais, e com baixa luminosidade.
9. Por fim, utilize o Stellarium para verificar a diferença do céu da sua cidade, provavelmente com poluição luminosa, com o céu de uma área com baixa poluição. Para isto click no ícone **Janela de opções do céu e de visualização** ( ) e, na caixa de diálogo que surgir click em **Céu**. Procure a opção **Poluição luminosa**, marque ela no valor mínimo e note o número de estrelas observáveis nas 3 constelações escolhidas. A seguir, observe as mesmas constelações à olho nu, o número de estrelas observável é o mesmo do *Stellarium*? Altere o valor da poluição luminosa até obter um valor que corresponda ao observado à olho nu.
Obs. A cada nova observação ao céu, espere de 20 a 30 segundos após olha a tela do seu computador para que seu olho se adapte a luz do ambiente, e seja capaz de detectar a maior quantidade de luz possível das estrelas.

Por fim, de modo que a atividade observacional não fique restrita ao uso do software, disponibilize aos estudantes uma carta celeste com os objetos astronômicos presentes na data de sua utilização. No site da Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro[2] é disponibilizado cartas celestes das capitais estaduais da federação, vide nota de rodapé, as quais podem ser configuradas e impressas para distribuição e uso pelos estudantes.

2. Disponível em: < http://planeta.rio/cartas-celestes/ >.

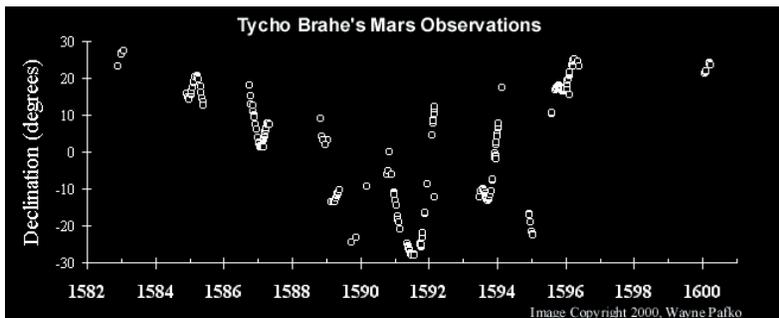
TRAJETÓRIA DE MARTE

> "Pelo estudo da órbita de Marte, nós devemos chegar aos segredos da astronomia ou permanecer para sempre na ignorância deles" (Johannes Kepler, tradução nossa).[1]

As famosas três Leis de Kepler para o movimento planetário, que estudamos desde o Ensino Médio, foram um verdadeiro marco científico que desenvolveu uma nova Astronomia. No entanto, apesar da genialidade de Johannes Kepler (1571 – 1630) que culminaram nas suas três leis revolucionárias, bem como um modelo novo de Universo, não se pode esquecer que isto só foi possível graças aos dados astronômicos efetuados durante um longo período por Tycho Brahe (1546 - 1601), sem as quais Kepler não teria desenvolvido seu trabalho.

Entre as medidas astronômicas realizadas por Brahe, destaca-se as observações referentes a órbita do planeta Marte (vide Fig. 3.1). Foi a partir de um longo período de estudo, cerca de nove anos, dos dados relativos à "órbita caprichosa" do planeta guerreiro, entregues por Brahe, que Kepler seria capaz de desvendar o segredo do movimento planetário (Gleiser, 2006, p. 55).

Com esta atividade o estudante será capaz de compreender melhor um dos problemas que os antigos astrônomos procuravam desvendar, bem como qual o significado de atribuir ao planeta Marte uma "órbita caprichosa".

Figura 3.1 – Observações de Marte realizadas por Tycho Brahe.

Fonte: PAFKO[2] (2000).

CONTEÚDO

Movimento aparente de Marte o céu

PÚBLICO-ALVO

Estudantes dos cursos de Licenciatura em Física e professores de prática de ensino de licenciaturas.

1. "By the study of the orbit of Mars, we must either arrive at the secrets of astronomy or forever remain in ignorance of them"
2. Disponível em: < http://www.pafko.com/tycho/observe.html >.

OBJETIVO

Perceber o movimento retrógrado na trajetória de Marte em relação as estrelas e constelações.

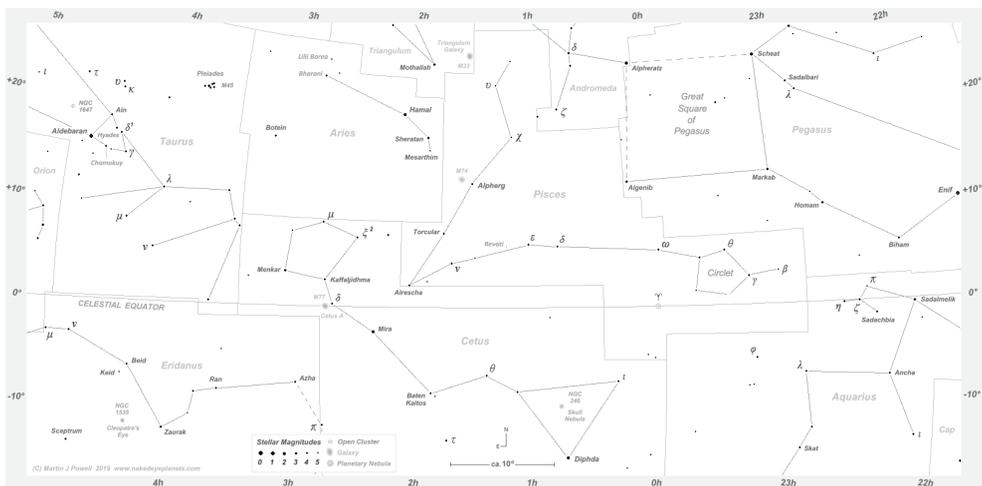
MATERIAIS NECESSÁRIOS

A atividade de reconhecimento do céu normalmente possuí alguns limitadores como, por exemplo, condições climáticas ideais (livre de nuvens), local com horizonte amplo e com pouca poluição luminosa, além é claro, que as aulas coincidam com o horário noturno.

1. Computador/Notebook (Laboratório de Informática).
2. Projetor multimídia.
3. Software Stellarium.
4. Carta celeste.

METODOLOGIA

Nesta segunda atividade, os estudantes após terem compreendido os aspectos básicos de posicionamento e de referencial celeste e, do uso do software Stellarium, estarão prontos para analisar a trajetória que o planeta Marte realiza no céu ao longo dos meses. Aqui, o estudante analisará o movimento do planeta em relação ao plano de fundo das constelações e estrelas, e realizará a marcação da sua posição na carta celeste (vide Fig. 3.2).

Figura 3.2 – Carta Celeste

Fonte: Powell[3] (2019)

3. Disponível em: < https://www.nakedeyeplanets.com/pisces-aries-cetus-starmap-b&w.png >.

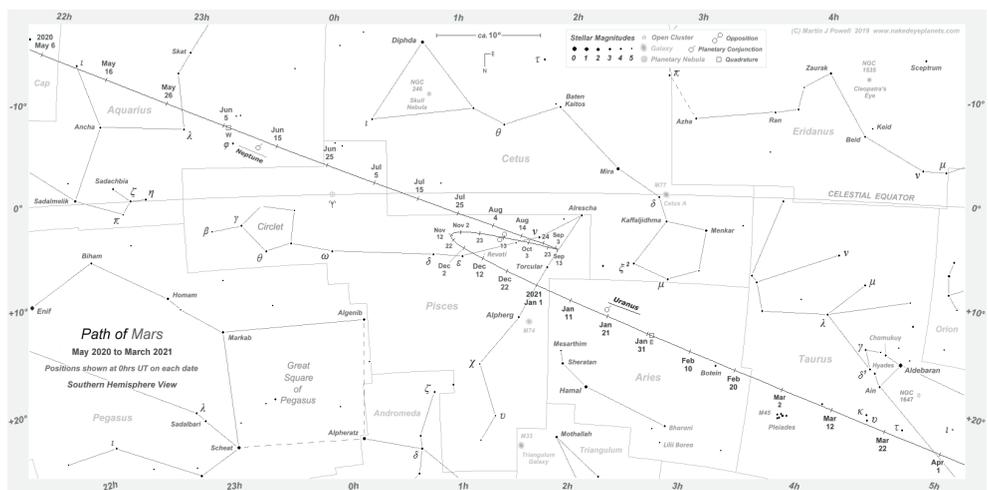
Esta atividade assemelha-se ao estudo do movimento dos corpos realizados em Mecânica na disciplina de Física. Nela os estudantes terão a oportunidade de compreender melhor sobre o movimento de Marte e, portanto, dos demais planetas do sistema solar. Para isto basta apenas que o estudante análise o movimento de Marte no ano de 2020, e siga os passos a seguir:

1. Selecione a **Janela de localização** ( ) e insira a sua localização, depois selecione a opção **Janela de data e hora** ( ) e ajuste as configurações do tempo para a data de 01/01/2020 às 03h 00min. Tente localizar o planeta Marte no céu, ele encontra- se, próximo a linha do horizonte e do ponto cardeal leste, sobre a linha da eclíptica.
2. Em seguida, selecione as opções **Linhas das constelações** ( ) e **Rótulos das constelações** ( ). Deste modo o estudante será capaz de identificar mais facilmente as constelações no céu, e o movimento do planeta em relação a estas.
3. Peça aos estudantes para identificarem sobre qual constelação o planeta Marte parece estar posicionado?
4. Utilizando a opção **Janela de data e hora** ( ) avance dia a dia, da data inserida no item 1 (01/01/2020) até a data 01/02/2020, tomando o cuidado de observar a posição de Marte em relação as estrelas enquanto os dias avançam.
5. Os estudantes perceberam alguma alteração no céu? Na data de 01/02/2020, sobre qual constelação Marte parece estar localizado?
6. Avance dia a dia, da data de 01/02/2020 até a data de 01/06/2020, sempre observando a posição de Marte em relação às constelações. Anote o nome das constelações pela qual o planeta “percorre”, o que elas têm de especial?
7. Analise o movimento de Marte em relação às constelações e estrelas no intervalo de tempo de 10/06/2020 até 10/01/2021 progredindo dia a dia. Para isso plote as posições do planeta na carta celeste do Anexo I, observando sua posição relativa em relação as estrelas. Procure utilizar intervalos regulares de tempo para cada posição plotada na carta.

De modo a melhor visualizar o movimento de Marte neste intervalo de tempo, retire a seleção da opção **Superfície,** na barra de ferramentas localizada na parte inferior, o qual lhe possibilitará observar o planeta mesmo que este esteja abaixo da linha do horizonte. Depois click no planeta Marte e, na mesma barra de ferramentas, selecione a opção **Centrar no objeto selecionado** ( ), o que fará com que o planeta permaneça no centro da tela.

8. Ligue os pontos formados pela posição de Marte, e analise o seu movimento ao longo desta trajetória. Pergunte ao estudante se ele seria capaz de explicar o desenho resultante.

Na Fig. 3.3 é apresentado um “gabarito” da atividade realizada nos itens 7 e 8, no qual é possível comparar as trajetórias plotadas pelos estudantes.

Figura 3.3 – Trajetória de Marte

Fonte: Powell[4] (2019)

4. Disponível em: < https://www.nakedeyeplanets.com/mars-path-2020-2021-s-hem-b&w.png >

UTILIZANDO O QUADRANTE

O quadrante (Fig. 4.1) surgiu entre os séculos XV e XVI durante o período das grandes navegações, e era utilizado em alto mar para determinação da latitude local, ou seja, do paralelo em que se encontrava a embarcação, a partir da medição da altura da estrela Polar (Matos, 2020, p. 49).

Figura 4.1 – Quadrante.

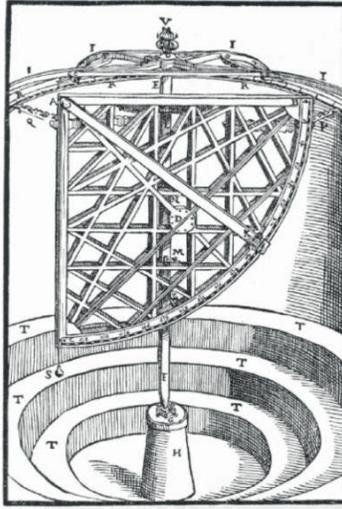
Fonte: Museo Galileo[1].

Este instrumento de medição consiste em um quarto de círculo graduado, o equivalente a 90º, no qual é fixo um objeto, normalmente um fio de prumo, que deve permanecer suspenso pela ação da gravidade, e a partir deste é efetuada a medição angular da altura do alvo.

Durante a era dos descobrimentos o uso destes instrumentos foram cruciais para que os navegadores não se perdessem durante sua travessia pelos oceanos, e a tomada da medida da altura angular do objeto celeste era um dos procedimentos mais importantes para os navegadores (Oliveira, 2017, p. 19).

O quadrante foi uma ferramenta tecnológica utilizada durante alguns séculos para a medição da altura de vários corpos celestes. Um dos maiores astrônomos que o mundo já viu, Tycho Brahe, construiu e aperfeiçoou este e outros instrumentos para obter dados de maior precisão. Na Fig. 02 que vimos na Introdução nós temos o quadrante mural construído por Brahe, que estimasse ter tido 6,5 pés (cerca de 2 m) de raio, enquanto na Fig. 4.2 vemos um esboço do seu quadrante de madeira de 5 pés de raio (cerca de 1,50 m), no que se estima ter possuído uma precisão da ordem de 32,3 segundos de arco (Wesley, 1978).

1. Disponível em: < https://catalogo.museogalileo.it/oggetto/QuadranteScalaPasquale.html?_ga=2.250758022.1003947311.1626615946- 942323834.1626615946. >.

Figura 4.2 – Quadrante de Madeira de 1,5 m de raio de Tycho Brahe.

Fonte: Wesley (1978)

A partir da construção de instrumentos extraordinários como estes, Tycho Brahe obteve resultados que lhe garantiram a fama por toda a Europa e, em 1572, quando uma "nova estrela" brilhou durante meses na constelação de Cassiopeia, ele mostrou, utilizando as medidas de seus instrumentos, que a estrela se encontrava bem mais longe do que a Lua (Gleiser, 2006, p. 52). Esta conclusão contradizia o modelo de Aristóteles de Universo, que tinha como dogma que mudanças no céu só podiam ocorrer com corpos próximos à Lua.

CONTEÚDO

Sistema de coordenadas astronômicas.

PÚBLICO-ALVO

Estudantes dos cursos de Licenciatura em Física e professores de prática de ensino delicenciaturas.

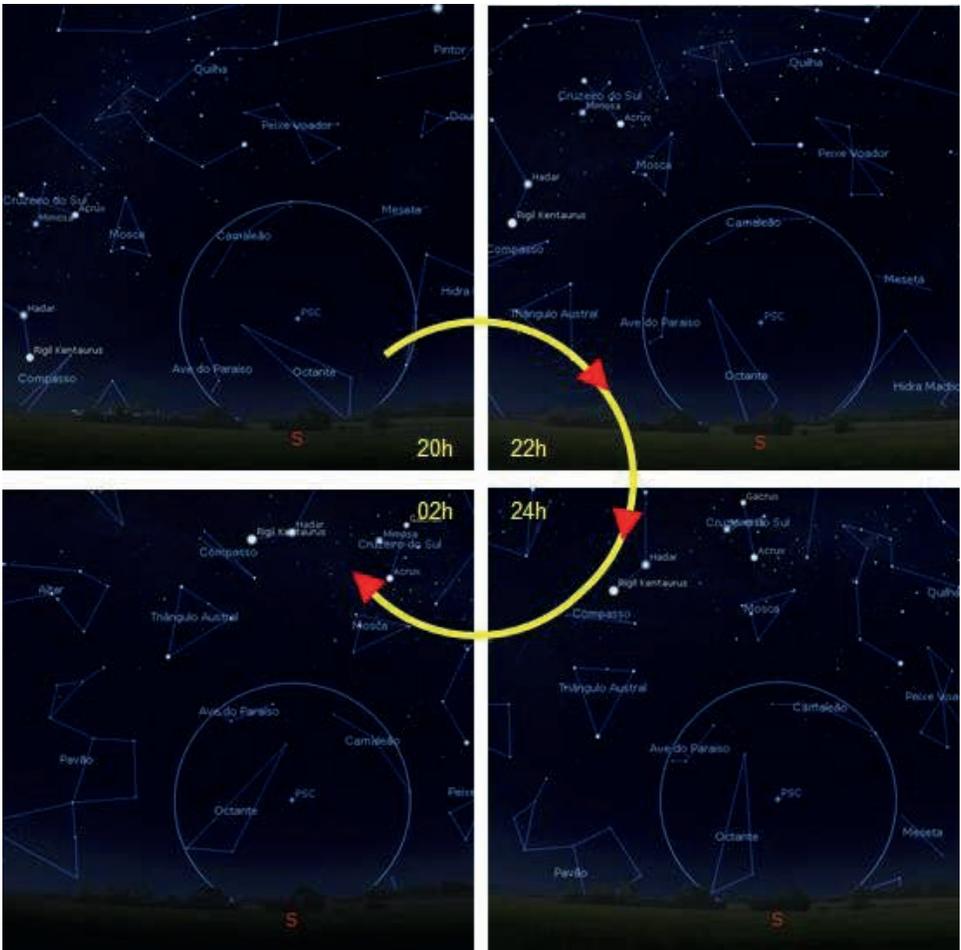
OBJETIVO

Perceber, a partir das medidas realizadas por meio do quadrante, a variação angular na alturados astros ao longo do tempo, e com isso o movimento da esfera celeste.

CONTEXTO FÍSICO

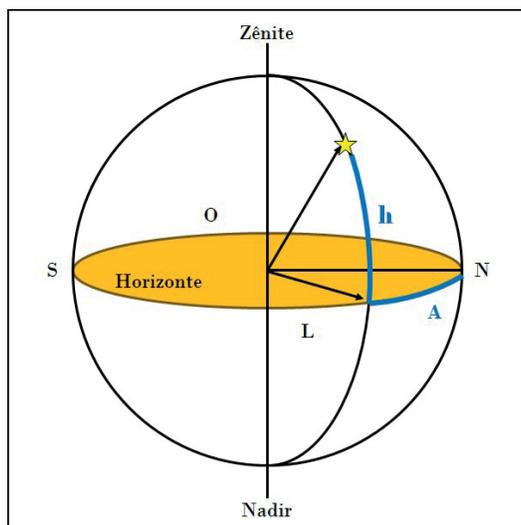
É possível notar o movimento da Terra ao redor do seu eixo, bem como seu movimento ao redor do Sol, a partir da mudança de posição dos astros ao longo do tempo. Na Fig. 4.3, utilizando a simulação do software *Stellarium*, é apresentado quatro momentos distintos de um mesmo dia de uma certa região do céu noturno, o qual nos permite perceber o movimento aparente das constelações na esfera celeste, resultado da rotação da Terra ao redor do seu próprio eixo.

Na Fig. 3.3 o ponto PSC indica o Polo Sul Celeste, e a circunferência azul indica o círculo circumpolar, além disso os quadros avançam com um intervalo de 2h entre cada um, como indicado pela seta amarela-vermelha.

Figura 4.3 – Simulação do céu de Salvador utilizando o *Stellarium* para o dia 15/03/2022 em quatro instantes diferentes: às 20h, 22, 24 e 2 horas.

Fonte: Adaptado de Lima Neto (2012, p. 08)

Também é possível perceber este movimento aparente das estrelas e constelações na esfera celeste ao observá-las a olho nu. Entretanto, é mais fácil de identificar essa variação a partir da medição da altura do astro ao longo do tempo a partir da medição com um instrumento como o quadrante no sistema de coordenadas horizontais.

As coordenadas horizontais são azimute (A) e altura (h) e estão representados na Fig. 4.4. O azimute (A) é o ângulo medido, no sentido horário sobre o plano do horizonte, a partir do Norte geográfico, e varia de 0 a 360º. Enquanto, a altura, (h) é o ângulo medido a partir da linha do horizonte até o astro, e varia -90º e 90º.

Figura 4.4 – Medidas em um Sistema de Coordenadas Horizontais.

Fonte: Adaptado de Oliveira Filho e Saraiva (2017, p. 14).

MATERIAIS NECESSÁRIOS

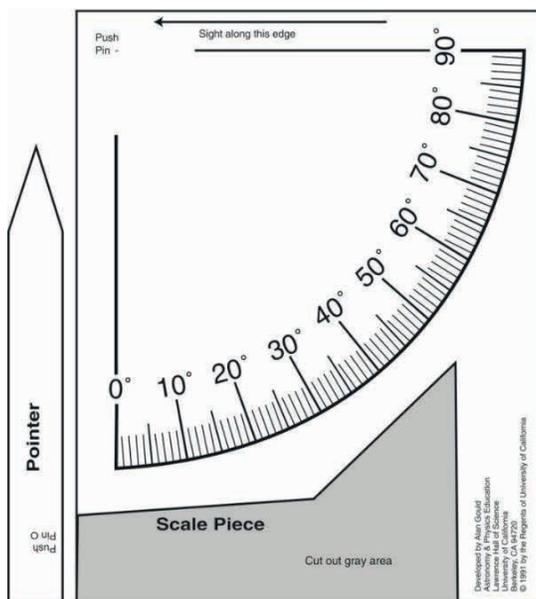
A lista de materiais apresentadas no Quadro 4.1 dispõem os materiais necessários para a confecção do quadrante. O professor e os estudantes, podem utilizar de quantidades maiores dos que estão dispostos.

Quadro 4.1 – Materiais para Construção do Quadrante.

Quantidade	Item
01	Modelo de Quadrante (Anexo A)
01	Chapa de papelão (20cm x 20cm)
01	Tesoura / estilete
01	Cola branca
03	Percevejo latonado ou alfinete

Fonte: Produzido pelo autor.

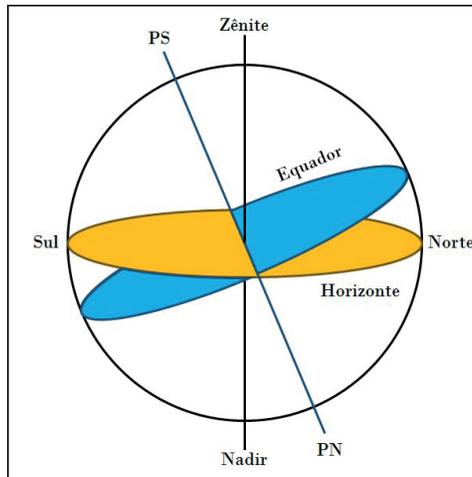
O modelo de quadrante no qual consta no Quadro 4.1 é o representado na Fig. 4.5, e encontra-se disponível em seu tamanho de impressão no Anexo A. O professor poderá imprimi-lo e disponibilizar aos seus estudantes.

Figura 4.5 – Modelo de Quadrante.

Fonte: Planetarium Activities[2] (2011).

METODOLOGIA

Como visto na atividade do capítulo 1, reconhecimento do céu, o conceito de esfera celeste é bastante útil, já que definido alguns planos e pontos sobre a esfera como, por exemplo, a linha do horizonte, os pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste), o equador celeste, o zênite e nadir, e os polos celestes norte e sul (Fig. 4.5), podemos utilizá-los de modo a auxiliar na determinação da posição dos astros.

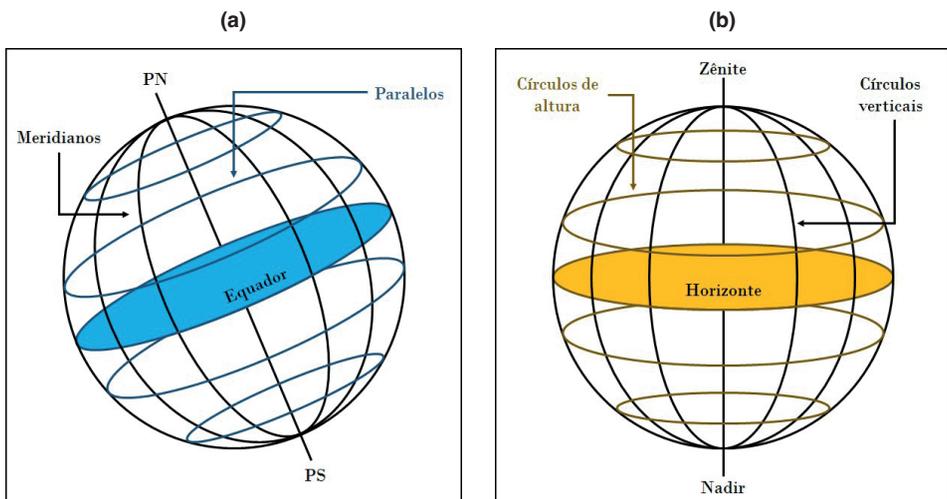
2. O quadrante aqui apresentado está disponível para download no endereço eletrônico: http://www.planetarium-activities.org/activities/categories/navigation/latitude-and-longitude.

Figura 4.5 – Esfera Celeste.

Fonte: Adaptado de Oliveira Filho e Saraiva (2017, p. 12).

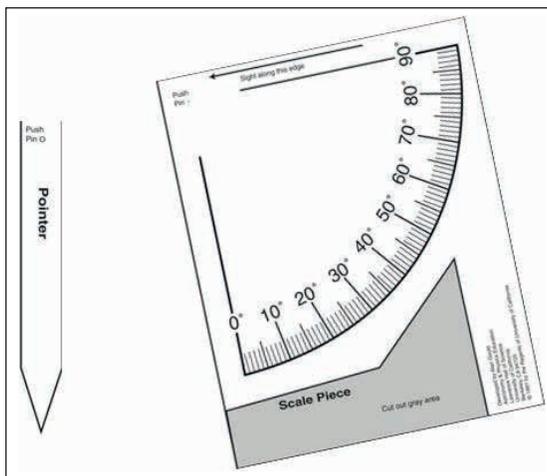
Todavia, apesar disto, ainda é necessário definir um sistema de coordenadas astronômicas similar ao utilizado na cartografia, no qual temos linhas imaginárias do Equador e do Meridiano de Greenwich que se referem a coordenadas geográficas de um determinado local do planeta Terra (Fig. 4.6 (a)). No caso da esfera celeste, a partir das linhas imaginárias do horizonte e, do eixo de ligação entre o zênite e o nadir, também se formam um sistema de coordenadas no qual é possível determinar a posição de um astro na esfera celeste (Fig.4.6 (b)).

Figura 4.6 – Em **(a)** as Coordenadas Geográficas. E em **(b)** as Coordenadas Astronômicas.

(a)

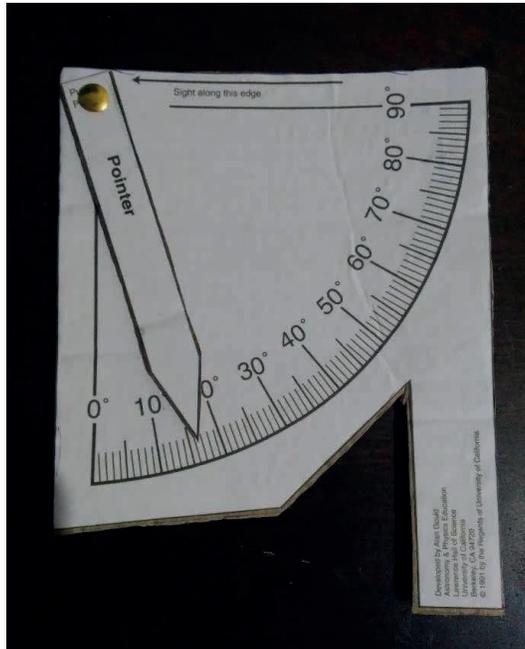
(b)

Fonte: Adaptado de Oliveira Filho e Saraiva (2017, p. 12).

Primeiramente, é necessário fazer a impressão do modelo do quadrante a ser utilizado neste experimento em uma folha de tamanho A4, este modelo pode ser impresso previamente pelo professor e distribuído aos estudantes. Com o modelo impresso na folha A4 o estudante deve recortar suas margens de modo que o apontador e a escala de graduação do quadrante estejam separados fisicamente, como indicado na Fig. 4.7. A área cinza da escala do quadrante onde está escrito “Cut out gray area” deve ser recortada e descartada.

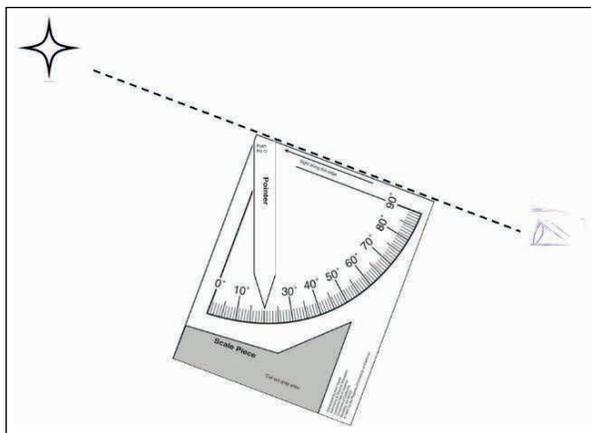
Figura 4.7 – Apontador e Escala do Quadrante.

Fonte: Planetarium activities (2011).

Em seguida, na chapa de papelão devem ser recortadas superfícies equivalentes ao apontador e a escala de graduação do modelo do quadrante, nestas áreas do papelão devem ser coladas as suas partes equivaentes recortadas na folha A4. A função da chapa de papelão é dar maior sustentação e rigidez ao quadrante.

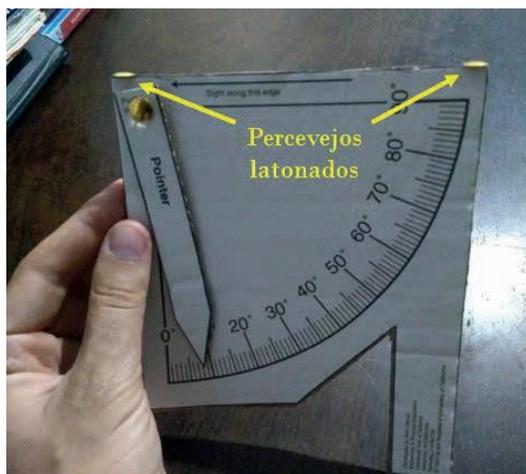
Para finalizar a construção do quadrante o estudante deve unir o apontador à parte graduada do modelo. O ponto em que isto ocorre em ambas as partes está localizada próximo onde está escrito “Push Pin”, ali o estudante deve perfurar com o percevejo latonado ou o alfinete, de modo que as duas partes permaneçam unidas, vide Fig. 4.8.

Figura 4.8 – Quadrante com o Apontador Fixado.

Fonte: Produzido pelo autor.

Com o quadrante finalizado o estudante será capaz de realizar medidas de altura dos astros a partir do sistema de coordenadas horizontais. Para isto basta que ele aponte para o astro desejado, conforme ilustrado na Fig. 4.9, e anote o valor do ângulo que está indicado pelo apontador na escala de graduação do quadrante.

Figura 4.9 – Quadrante com o Apontador Fixado

Fonte: Produzido pelo autor.

Para melhor auxiliar na mira dos objetos celestes é indicado inserir dois percevejos na linha de mira do instrumento, conforme indicado na Fig. 4.10. A partir destes o estudante pode fazer o alinhamento da mira colocando o objeto celeste desejado sobre o primeiro percevejo, e, em seguida, sobre o segundo, de maneira que a mira indicada na Fig. 4.9 seja realizada mais facilmente.

Figura 4.10 – Quadrante com Percevejos para Mira do Astro.

Fonte: Produzido pelo autor.

Peça aos estudantes que acompanhem com seu quadrante uma estrela no céu, de preferência uma estrela brilhante, como Sirius da constelação de Cão Maior, à qual esteja distante da linha do horizonte e visível durante boa parte da noite no dia da realização das observações. Na Tab. 4.1 é apresentado um modelo de tabela de registro de dados que o estudante pode utilizar para apontamento das medidas tomadas com seu quadrante.

Tabela 4.1 – Sugestão de Tabela de Registro de Dados.

Tabela de Registro de Altura do Astro					
Estudante:					
Objeto:		**1-**		**2-**	
Observação	**Data**	**Horário**	**Altura (h)**	**Horário**	**Altura (h)**
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

9					
10					
11					
12					

Fonte: Produzido pelo autor.

Como podemos observar na Tab. 4.1 existe a opção de registro de dois astros, sugerimos que além da estrela seja realizado simultaneamente medidas da Lua, que é um astro que pode ser facilmente localizado no céu e é visível durante todo o ano. Além disso, o nosso satélite possuí um movimento aparente que difere daquele observado pelas estrelas, como se pode observar na Fig. 4.11.

Figura 4.11 – Movimento Aparente da Lua para a Cidade de Salvador.

Fonte: Adaptado de Lima Neto (2021, p. 09).

As medidas de altura do astro tomadas durante um único dia de observações, a intervalos regulares de 1h, por exemplo, servem para o estudo do movimento de rotação da Terra ao redor do seu próprio eixo, enquanto medidas de altura realizadas diariamente, sempre no mesmo horário, servem para análise do movimento de rotação da Terra. É aconselhável que os dois tipos de medida sejam realizados em conjunto para melhor análise do movimento aparente dos astros.

Na Tab. 4.2 é apresentado um exemplo de preenchimento para a Tab. 4.1, aqui foi utilizado medidas regulares de altura da estrela Sírius.

Tabela 4.2 – Sugestão de Preenchimento da Tabela de Registro de Dados.

Tabela de Registro de Altura do Astro					
Estudante:					
Objeto:		**1- Sirius**		**2- Lua**	
Observação	**Data**	**Horário**	**Altura (h)**	**Horário**	**Altura (h)**
1	15/03/2022	19h	84°		
2		19h 30min	78°		
3		20h	71°		
4		20h 30min	64°		
5		21h	57°		
6		21h 30min	50°		
7	16/03/2022	19h	84°		
8		19h 30min	77°		
9		20h	70°		
10		20h 30min	63°		
11		21h	56°		
12		21h 30min	49°		

Fonte: Produzido pelo autor.

Os dados da Tab. 4.2 apresentam um indicativo do movimento da estrela Sirius na esfera celeste durante o seu movimento diário, bem como durante o seu movimento anual. Para um melhor entendimento destes movimentos, é aconselhável que o estudante realize as medidas da altura do astro durante uma semana, tomando o cuidado de realizar medidas similares aquelas apresentadas na Tab. 4.2.

LUNETA TELESCÓPICA

A luneta telescópica se trata de um telescópio refrator, que nada mais é do que um tubo, ou conjunto de tubos, com duas lentes em suas extremidades. Este instrumento é o mesmo que Galileu Galilei utilizou para realizar suas primeiras observações astronômicas no ano de 1609 em Pádua, na Itália.

Figura 5.1 – Lunetas Telescópicas Desenvolvidas por Galileu Galilei.

Fonte: Encyclopædia Britannica[1].

A partir da introdução deste instrumento, por parte de Galileu, como ferramenta científica de observação dos astros, nossa visão de mundo mudaria por completo. Além disso, o desenvolvimento deste instrumento e de seus sucessores é, mesmo nos dias de hoje, importantíssimo no desenvolvimento do conhecimento sobre o Universo.

O uso dessa ferramenta para o estudo astronômico é indispensável, e gera motivação principalmente naqueles que nunca tiveram contato com tal instrumento. Na literatura existem diversos tipos de modelos de luneta de baixo custo para construção e utilização como proposta didática em atividades na sala de aula. Alguns autores como Iachel et. al (2009) e Canalle (1994) apresentam algumas formas de construção de uma luneta de baixo custo, como forma de introdução desta ferramenta como motivador no Ensino de Astronomia.

CONTEÚDO

Óptica.

PÚBLICO-ALVO

Estudantes dos cursos de Licenciatura em Física e professores de prática de ensino de licenciaturas.

1. Disponível em: < https://www.britannica.com/biography/Galileo-Galilei/Telescopic-discoveries >.

OBJETIVO

Desenvolver nos estudantes os conhecimentos referentes aos conceitos ópticos envolvidos no uso da luneta telescópica.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Para construção da luneta telescópica são necessários os materiais do Quadro 5.1

Quadro 5.1 – Materiais para Construção da Luneta Telescópica.

Quantidade	Item
01	46 cm de Tubo SD 32 mm
01	Luva SD 32 mm
01	35 cm de Tubo SD 25 mm
01	Luva soldável LR 25 mm x 1/2
01	Adaptador para Registro SD CT 20 mm x 1/2
01	Folha de feltro preto
01	Lente objetiva (f = 500 mm, Ø = 32 mm)
01	Monóculo - Lente ocular (f = 50 mm, Ø = 20 mm)
02	Arruelas de metal (Ø = 20 mm)
01	Tesoura

Fonte: Produzido pelo autor.

A lente objetiva deve ser confeccionada por um profissional habilitado, nas medidas especificadas no Quadro 5.1, podendo ser requerida em óticas. Enquanto, a lente ocular pode ser adquirida a partir de monóculos como o da Fig. 5.2, que possuem uma pequena lente de aumento, dentro das especificações aqui requeridas.

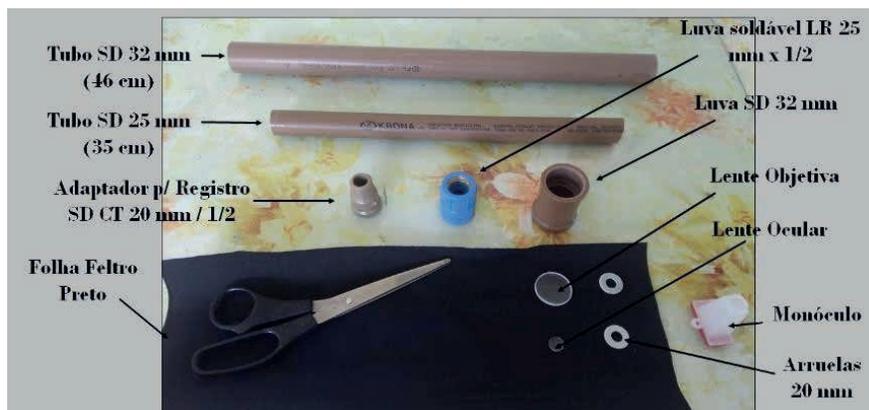
Figura 5.2 – Monóculo.

Fonte: Decoração Fotográfica[2].

2. Disponível em: < https://www.decoracaofotografica.com.br/digitalizacao-de-monoculo- >.

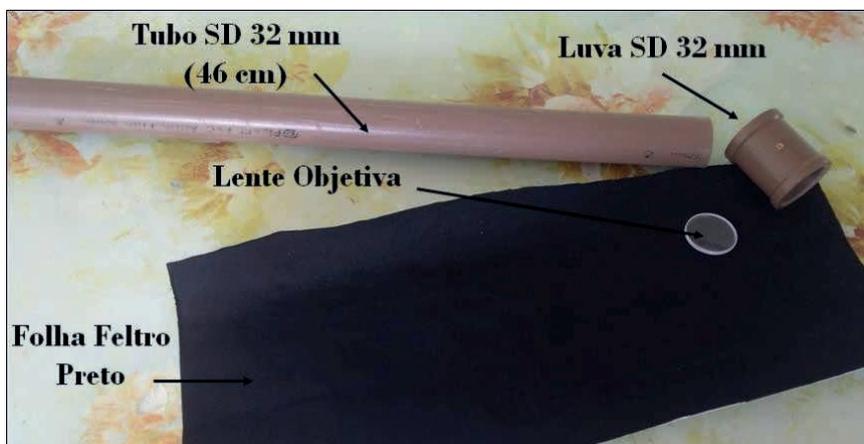
METODOLOGIA

O objetivo é que os estudantes construam a sua própria luneta de modo que eles tenham noção de como se compõe esta ferramenta, além de ter em mãos seu próprio instrumento de observação dos astros. Na construção desta luneta telescópica será utilizado os materiais constantes no Quadro 5.1, e que estão dispostos na Fig. 5.3.

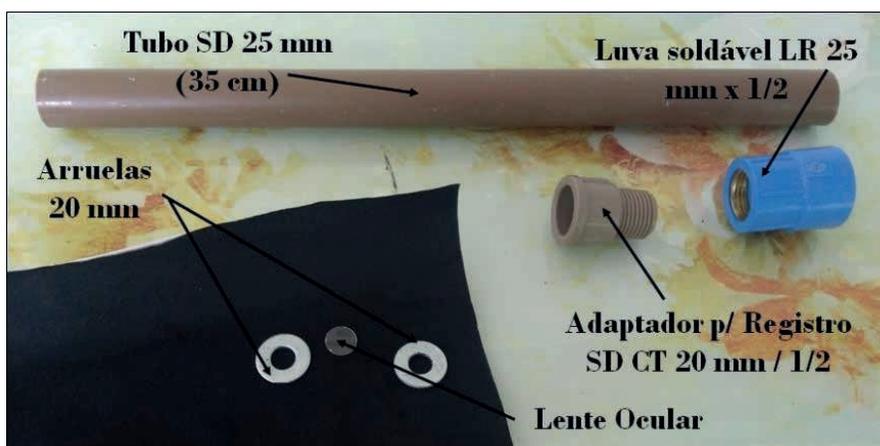
Figura 5.3 – Lunetas Telescópicas Desenvolvidas por Galileu Galilei.

Fonte: Produzido pelo autor.

Esta luneta telescópica será composta de dois tubos com comprimentos e diâmetros diferentes, como se pode perceber a partir da Fig. 5.3. Cada tubo conterá uma das lentes aqui utilizadas, e a luneta funcionará com o tubo da ocular (menor diâmetro) alocado no interior do tubo da objetiva (maior diâmetro).

Os materiais necessários para alocação da lente objetiva no Tubo SD 32 mm estão presentes na Fig.5.4. Para manter a lente objetiva presa ao tubo da luneta deve-se fixar esta lente a no interior da Luva SD 32 mm de modo que a parte convexa da lente aponte para fora, tomando as precauções necessárias para não a quebrar, assim como não manchar a sua superfície com o contato com a oleosidade natural da pele, para isto é recomendado a utilização de um lenço durante esta etapa. Em seguida, insere-se o Tubo SD 32 mm na Luva SD 32 mm, de modo que a lente objetiva permaneça fixa, e folha de feltro preto deve ser cortada e alocada na parte interna do tubo de modo a preencher todo o seu interior.

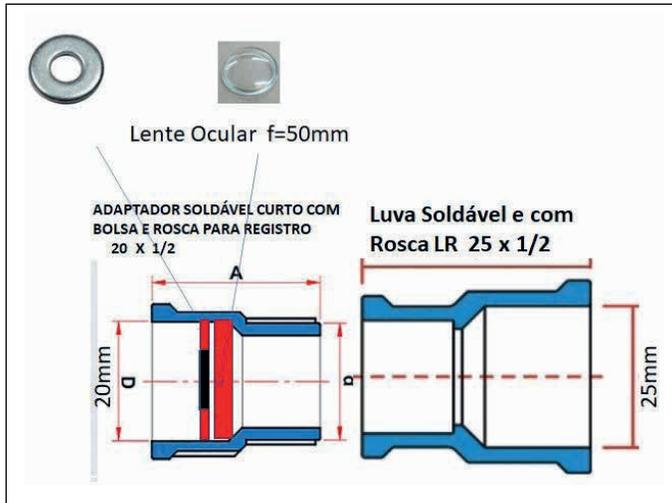
Figura 5.4 – Alocação da Lente Objetiva.

Fonte: Produzido pelo autor.

No caso da lente ocular, após retirar-se a lente do monóculo, os materiais necessários para sua alocação são apresentados na Fig. 5.5.

Figura 5.5 – Alocação da Lente Ocular.

Fonte: Produzido pelo autor.

Insere-se a lente ocular, tomando os devidos cuidados para não a quebrar, tampouco manchá-la, no interior do Adaptador para Registro SD CT 20 mm / ½, para, logo em seguida, inserir a arruela no interior do mesmo adaptador de modo a manter fixa a ocular. Depois este conjunto deve ser fixado junto a Luva Soldável LR 25 mm x ½.

Na Fig. 5.6 têm-se uma representação esquemática da etapa descrita.

Figura 5.6 – Fixação da Lente Ocular no Adaptador.

Fonte: Produzido pelo autor.

Em seguida o conjunto da Fig. 5.6 deve ser fixado ao Tubo SD 25 mm a partir da Luva Soldável. Ao final disto têm-se o conjunto com os dois tubos, um contendo a parte da lente objetiva, e outro contendo a parte da lente ocular, bastando inserir o conjunto da lente ocular no interior do outro, o que finaliza a construção da luneta telescópica, conforme indicado na Fig. 5.7.

Figura 5.6 – Luneta Telescópica

Fonte: Produzido pelo autor.

A partir deste instrumento o estudante será capaz de ter uma visão ampliada de alguns dos astros do céu, como a nossa Lua. Bem como terá uma ideia das dificuldades intrínsecas pela qual Galileu passou durante seus estudos astronômicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades experimentais e observacionais apresentadas na forma de roteiro, neste produto educacional, foram desenvolvidas e aplicadas durante nossa pesquisa, apresentando resultados positivos nos estudantes da Licenciatura em Física.

Destaca-se a aplicação realizada na forma de oficina a estudantes do PIBID, onde obteve-se uma boa aceitação da atividade, assim como pode desenvolver nos estudantes uma série de contribuições e questionamentos, como se pode verificar a seguir:

> “Alguns gases na atmosfera podem atrapalhar a observação, a iluminação pública também.”

> “Teve redução da poluição significativa durante o início da pandemia aqui em Salvador?”

Além disso, vale ressaltar que dentre as oficinas apresentadas no PIBID, a oficina de Astronomia apresentou certo destaque, sendo inclusive elemento motivador para que alguns dos estudantes procurassem ainda mais por temas relativos à Astronomia, assim como pensassem a área da Astronomia para sua formação pós-graduação.

> “A oficina que mais me impactou foi a de Astronomia, eu tenho uma queda muito grande por tudo que envolve Astronomia, e meu foco agora é Astrofísica, seja para lecionar, ou para ser pesquisador”

> “Opa, Boa tarde! Boa tarde, pessoal. É, em relação as oficinas eu gostei bastante. Principalmente a do Afonso, na verdade eu gostei de todos. Eu estou usando praticamente todas as oficinas que foram ofertadas aqui. Por exemplo, a do Afonso de Astronomia, assim que acabou eu fui atrás de um cursinho, vou até mandar (???) pra vocês o link, é um curso rápido, e que no final é gratuito e você ainda consegue certificado”

Dito isto, as atividades aqui propostas além de permitirem a inserção do estudante na atividade observacional, e possibilitar uma discussão histórica a respeito da evolução da atividade observacional, atuam como a gente motivador para a introdução de outras temas relacionados à Astronomia, e para ampliação do horizonte de possibilidades dos jovens licenciandos.

REFERÊNCIAS

BELTRAN, M. H. R.; RODRIGUES, S. P.; ORTIZ, C. E. **História da Ciência em sala de aula – propostas para o ensino das teorias da evolução**. História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces, vol. 4, p. 49 – 61, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação**. Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CANALLE, J. B. G. **A Luneta com Lente de Óculos**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol. 11, nº: 3, p. 212 - 220, 1994.

CANIATO, R. **O Céu**. 1ª Ed., Campinas, SP: Editora Átomo, 2011.

CARVALHO, T. F. G; PACCA, J. L. A. **Observando o Céu: a Constituição de um Objeto de Ensino**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, Águas de Lindóia-SP, 2015.

CASANOVAS, J. **Early Observations of Sunspots: Scheiner and Galileo**. 1st Advances in Solar Physics Euroconference. ASP Conference Series, vol. 118, p. 3 – 20, 1997.

GALILEI, Galileo. **Sidereus Nuncius**. Venice, 1610. Norman, Oklahoma, February, 2001. University of Oklahoma Libraries, History of Science Collections.

GLEISER, Marcelo**. Poeira das Estrelas**. 1ª Ed., São Paulo: Editora Globo, 2006.

HIDALGO, J. M.; ALVES, J. M.; SOUZA, F. A.; QUEIROZ, D. M. **A História da Ciência (Distorcida ou Ausente) em livros didáticos: O conteúdo sobre o "Experimento de Torricelli" como estudo de caso**. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, vol. 11, nº 1, p. 101 – 124, 2018.

IACHEL, G.; BACHA, M. G.; PAULA, M. P.; SCALVI, R. M. F. **A Montagem e a Utilização de Lunetas de Baixo Custo como Experiência Motivadora ao Ensino de Astronomia**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 31, nº: 4, p. 4502 - 4508, 2009.

LIMA NETO, G. B. L. **Astronomia de Posição**. 2021. Notas de Aula. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) Universidade de São Paulo (USP). Disponível em:

<http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/AstroPosicao/Curso2021.pdf>.

MATOS, A. A. **A Construção e a Utilização de Instrumentos Astronômicos Antigos: Um Recurso Pedagógico para o Ensino e Aprendizagem de Geometria e Trigonometria**. 2020. Tese (Mestrado em Ensino de Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 2020.

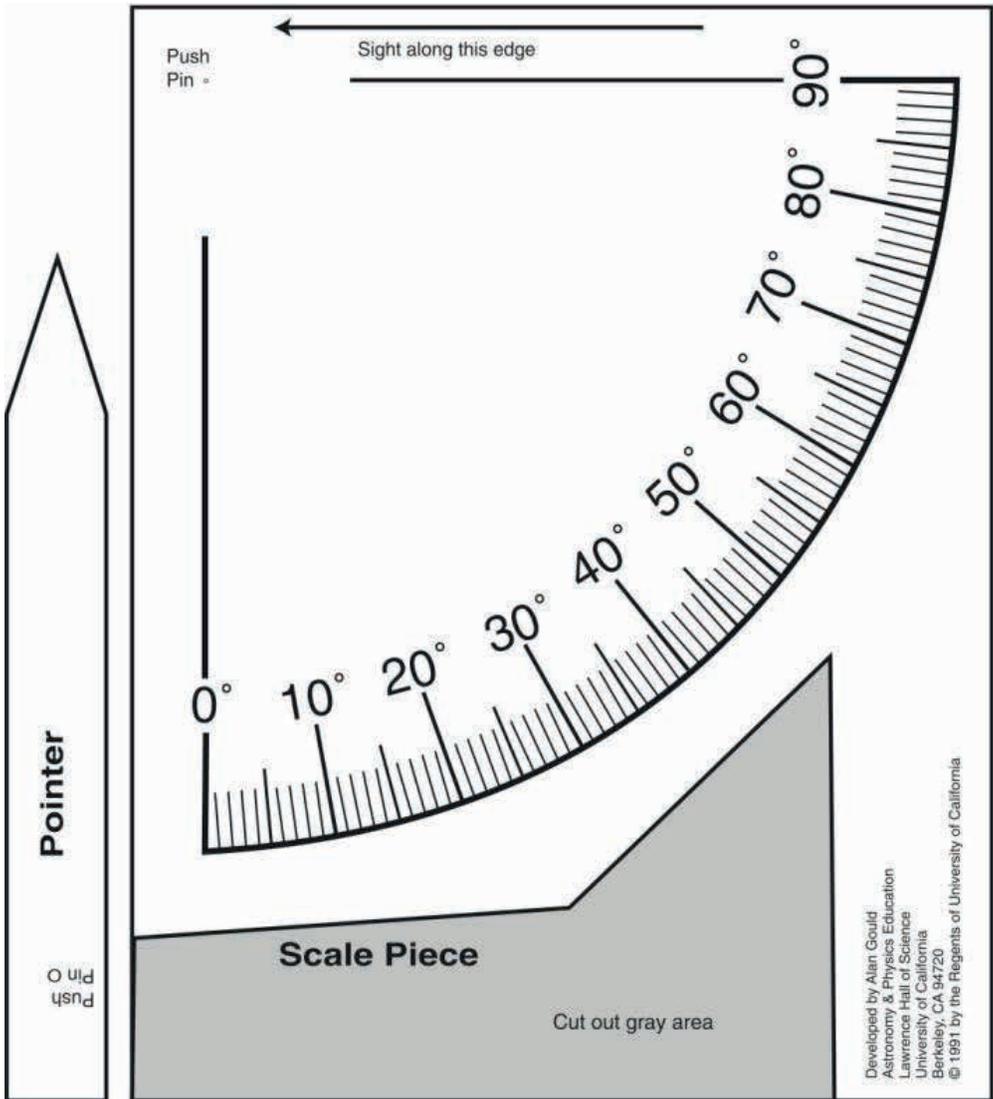
OLIVEIRA, D. A. U. **As Grandes Navegações: Aspectos Matemáticos de Alguns Instrumentos Náuticos**. 2017. Tese (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, 2017.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>.

RAPPENGLUECK, M. **The Pleiades in the "Salle des Taureaux", grotte de Lascaux. Does a Rock Picture in the Cave of Lascaux Show the Open Star Cluster of the Pleiades at the Magdalénien Era (ca 15.300 BC?"**. Actas del IV Congreso de la SEAC "Astronomía en la Cultura", Salamanca, 1997

WESLEY, W. G. **The Accuracy of Tycho Brahe's Instruments.** Journal for the History of Astronomy, vol. 9, p. 42 – 53, 1978. Disponível em: http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph- iarticle_query?1978JHA.....9...42W&defaultprint=YES&filetype=.pdf.

ANEXO

ANEXO A – MODELO DE QUADRANTE PARA IMPRESSÃO

TERMO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Atestamos para os devidos fins que o produto educacional intitulado ROTEIRO EXPERIMENTAL PARA ATIVIDADES ASTRONÔMICAS OBSERVACIONAIS é aplicável para professores e estudantes da Educação Básica e Ensino Superior.

Feira de Santana, 23 de novembro de 2021

____

Presidente da Banca de Avaliação:
Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira (DFIS-UEFS)

____

Membro Externo – Coorientador:
Prof. Dr. Dielson Pereira Hohenfeld (IFBA – Campus Salvador)

____

Membro Interno do Mestrado Profissional em Astronomia:
Prof. Dr. Paulo César da Rocha Poppe (DFIS-UEFS)

____

Membro Externo – Convidado:
Prof. Dr. Douglas Falcão Silva – Membro Externo (MAST/CNPq)

ROTEIRO EXPERIMENTAL PARA ATIVIDADES OBSERVACIONAIS EM

ASTRONOMIA

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2024

ROTEIRO EXPERIMENTAL PARA ATIVIDADES OBSERVACIONAIS EM

ASTRONOMIA

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2024